

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)

FACULTAD DE AGRONOMÍA
Escuela de Producción vegetal

TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE N.P.K EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum sp*) EN RETOÑO 1

Autores:

- Eduardo Francisco Argüello Zapata.
- René Federico Lacayo Cortez.

Asesor:

Ing. Agr. Msc. Leonardo García.
Ing. Agr. Msc. Francisco Salmeron.

Managua, Nicaragua, 1996.

Agradecimientos

Deseamos dejar plasmado nuestro sincero agradecimiento a las siguientes personas, quienes con su valiosa colaboración hicieron posible la presentación de este trabajo de diploma:

- Ing. Agr. Francisco Salmerón, quien en su calidad de asesor se brindó a la realización de este trabajo facilitándonos sus valiosos conocimientos prácticos y los recursos necesarios para el montaje y seguimiento de este estudio.
- Ing. Agr. Mc. Leonardo García, quien como asesor sustituto, hizo valiosos aportes que sumaron calidad e hicieron posible la culminación de este trabajo.
- Ing. Agr. Marlon Vargas, por su colaboración, tiempo y aportes prácticos brindados.
- Ing. Agr. Mc. José María Velásquez, quien colaboro con su experiencia en la revisión de este trabajo.
- A nuestras familias, Arguello Zapata y Lacayo Cortez, quienes nos impulsaron incondicionalmente para que culmináramos nuestro trabajo de diploma.

Dedicatorias

- Dedico este trabajo a Dios, que me dio las energías suficientes para sortear las dificultades que se me presentaron en el camino.
- A mis padres René Lacayo Olivas y Aura Lila Cortéz, que me dieron su apoyo decidido en todo momento y confiaron en mí, seguros de que sabría aprovechar los recursos que con mucho esfuerzo invirtieron en mi preparación, además por haberme inculcado el sentido de la superación continua.
- A mi esposa Karla Vanessa, por su comprensión, cariño y apoyo moral.

René Federico Lacayo Cortéz

- Dedico este trabajo a Dios, que me dio la fuerza necesaria para terminar mi carrera.
- A mis padres Raúl Arguello Martínez (q.e.p.d), y Rosa Lilliam Zapata, que me dieron su apoyo incansable y confiaron en mí.
- A mi esposa María Mercedes, por su comprensión, cariño y apoyo moral.

Eduardo Francisco Arguello Zapata

	Agradecimiento	Pág. i
	Dedicatoria	ii
	Índice General	iii
	Índice de Tablas	iv
	Índice de Figuras	v
	Índice de Anexos	vi
	Resumen	vii
I	Introducción	01
II	Materiales y Métodos	03
	2.1 Descripción del área del experimento	03
	2.2 Metodología experimental	05
III	Resultados y Discusión	10
	3.1 Descripción de resultados en las variables agrícolas.	10
	3.2 Análisis económico	22
IV	Conclusiones	26
V	Recomendaciones	27
VI	Referencias bibliográficas	28
VII	Anexos	31

Indice de Tablas

Tabla		Pág.
1	Análisis de suelo efectuado en el área experimental	03
2	Niveles utilizados para cada uno de los elementos, Nitrógeno, Fósforo y Potasio	05
3	Tratamientos consistentes en la combinación de los diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.	07
4	Relación beneficio-costos	24

Indice de figuras

Figura		Pág.
1	Condiciones climáticas	04
2	Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en la población.	11
3	Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en la altura.	13
4	Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en el diámetro.	15
5	Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en el rendimiento agrícola.	16
6	Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en el rendimiento industrial.	20
7	Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento agro-industrial	21

Indice de anexos

Tabla		Pág.
5.	Resumen del análisis de varianza para cada uno de los parámetros evaluados.	31
6.	Valor de cada tratamiento expresado en moneda Norteamericana.	32
7.	Costo del ensayo.	33
8.	Comparación económica entre los tratamientos evaluados y el testigo relativo (rendimiento con la aplicación de la dosis comercial).	34

RESUMEN

En Nicaragua, existe como practica tradicional en la fertilización de la caña de azúcar (*Saccharum sp*), aplicar nitrógeno, fósforo y potasio únicamente a la caña planta y luego aplicar solo nitrógeno a los retoños. Este estudio demostró que los tres elementos antes mencionados son igualmente importantes tanto en la caña planta como en el retoño 1, al obtenerse significancia estadística en variables importantes como el rendimiento agrícola y el rendimiento agro-industrial. El mayor rendimiento agrícola fue de 95.18 t/ha de caña correspondiente al tratamiento 13 (120-100-80) superando al tratamiento tradicional (120-0-0) el cual produjo 82.56 t/ha. En cuanto al rendimiento agro-industrial la mayor producción también correspondió al tratamiento 13 con 9.21 t/ha de azúcar. El tratamiento tradicional produjo 7.96 t/ha de azúcar. El resto de las variables que se evaluaron no mostraron ser influenciadas por los niveles utilizados. Se utilizó un sistema de bloques completos al azar con 5 repeticiones y catorce tratamientos.

I. INTRODUCCION

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum sp*), constituye parte importante de la economía de muchos países de América Latina, ya que es fuente importante para la adquisición de divisas. (González, 1983).

El sector azucarero nacional tiene una fuerte representatividad en la economía nacional, tanto por el tipo de bien que representa para el consumo doméstico, industrial y humano, como por la generación de empleo y divisas netas al país con un área cultivada de caña de azúcar que representó hasta 1993, el 7.3 % del área agrícola nacional. Con respecto al área de agro exportación hasta 1991 ocupó el tercer lugar, representando en 1992 el 28.3 % del área agropecuaria y con un promedio que durante el periodo 1990/1993 representó el 24.2 % de la superficie dedicada al cultivo de agro exportación. (Revista, Economía y Desarrollo, 1993).

Históricamente el cultivo de la caña de azúcar ha representado un 1.2 % del PIB, pero con la eliminación del algodón su aporte se elevó a un 1.8 % ocupando el tercer lugar entre los principales cultivos del país.

Según estadísticas, en la mayoría de los campos cañeros se tiene diferencias en cuanto a rendimientos por unidad de superficie, luego al evaluar los factores que influyen en el rendimiento de la producción, se observa que en los lugares que tienen menos rendimientos corresponden a las condiciones de baja fertilidad de suelo, deficiencia de humedad, mal drenaje, falta de prácticas culturales, etc.

Aunque estos factores influyen en determinada proporción, quizás el más importante sea el que se relacione con la baja fertilidad (García, 1983). Esta situación se ve agravada por la carencia de una formulación balanceada de los elementos nutricionales más importantes para el desarrollo normal de la planta.

La Caña de Azúcar es un cultivo que responde altamente a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y en menor proporción a la aplicación de fertilizantes fosfóricos y potásicos, sin embargo estos en compensación, influyen en la formación del sistema radicular, regulación del proceso de respiración y desarrollo de las partes leñosas. (Instituto Nacional de la Reforma Agraria, de Cuba, 1983).

La elevada exigencia de nutrientes de la caña de azúcar, motiva un rápido empobrecimiento del suelo, especialmente porque se explota generalmente como monocultivo. De ahí la importancia del conocimiento, manejo y aplicación de las dosis correctas de N.P.K. para los distintos tipos de suelos en donde se cultiva caña de azúcar en nuestro país. Es por esto que una fertilización adecuada es un requisito primordial para la obtención de cosechas satisfactorias.

Por tal razón en Nicaragua es de vital importancia hacer estudios evaluativos de la aplicación de diferentes dosis de N.P .K., y así obtener la dosis adecuada que permita elevar los rendimientos, sustentado esto, en la realización de estudios locales para obtener datos confiables, pues es evidente el riesgo que se corre al usar incondicionalmente la información obtenida de otros países, debido a que los resultados son influenciados directamente por las condiciones ecológicas reinantes en el medio, las cuales no solamente vallan de un lugar a otro, sino aún dentro de áreas aparentemente uniformes.

Esta problemática ha motivado al área Técnica del Ingenio Victoria de Julio (Timal) y a la Escuela de Suelo y Agua de la U.N.A. a realizar esta investigación, con el siguiente objetivo.

- Determinar la influencia de diferentes niveles de NPK sobre el crecimiento, desarrollo y rendimientos de la caña de azúcar en retoño 1.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del área del experimento

El experimento estuvo ubicado físicamente en el Ingenio Victoria de Julio en el kilómetro 36 1/2, carretera a Tipitapa - Malacatoya, Municipio de Tipitapa, Managua, Nicaragua.

Geofísicamente se encuentra entre los 12° _ 14' Latitud Norte y los 86° :02' Longitud Oeste, y a una altitud de 61 msnm

Características del Suelo

El suelo donde se realizó este ensayo pertenece a la serie los Laureles, es un Vertisol del tipo Chromuster (rojo) donde predominan arcillas del tipo 2:1 principalmente montmorillonita .

Además presenta propiedades físicas deficientes por lo cual la infiltración es baja, dándose problemas de drenaje y posee una topografía plana. Los datos correspondientes al análisis de suelo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis de suelo efectuado en el área experimental.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg
			(meg/100g)		
5.85	2.03	3.5	0.22	6.25	1.33
	60. Kg N/Ha	16Kg P2O5	170 *1.2= 200		

Fuente: Dirección de campo del Ingenio Victoria de Julio.

Características Climáticas.

Las condiciones climáticas se especifican en la Figura 1. La humedad relativa registró los puntos máximos en los meses de Julio y Septiembre con 80.5 % Y 80.6 % respectivamente, siendo el mínimo en el mes de Diciembre con 67.5 %.

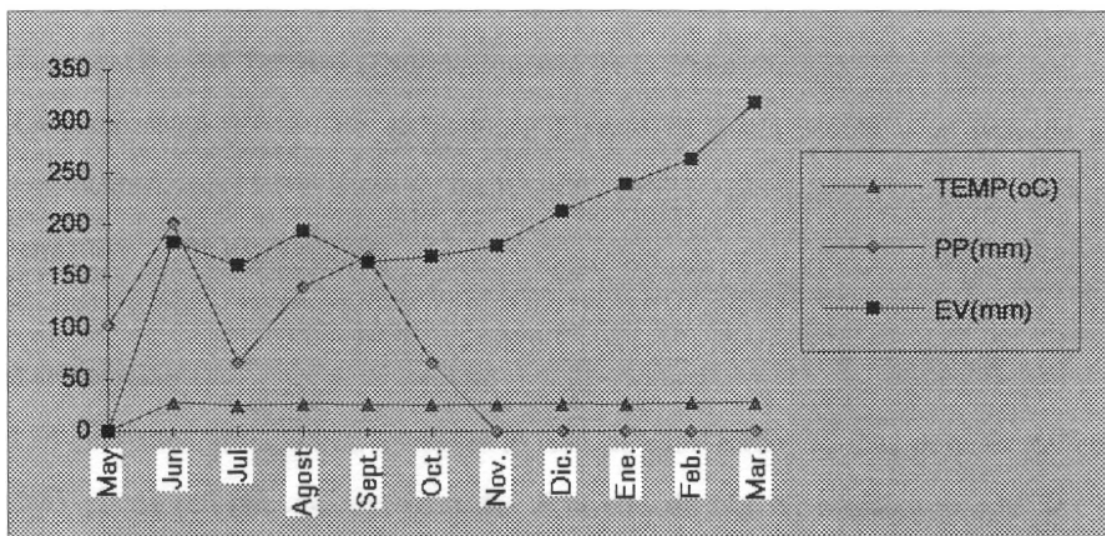


Figura 1. Condiciones climáticas

2.2 Metodología experimental

Los lotes para sembrar el ensayo fueron seleccionados por los técnicos del Ingenio Victoria de Julio, en base al manejo de lotes comerciales. El manejo del experimento se realizó lo más uniformemente posible en cuanto a:

Preparación del Terreno (Establecimiento de la Caña-Planta).

La preparación del terreno consistió en 2 pases de grada pesada y un pase de grada fina realizándose estas labores con un intervalo de 15 días, procediendo de inmediato a realizar el surcado a 1.5 m entre surcos.

Fertilización

Las diferentes dosis fueron aplicadas al lado de cada surco, 25 días después del corte de la caña planta utilizándose los siguientes 5 niveles de N.P.K. respectivamente, los cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Niveles utilizados para uno de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio,

Nutrientes	Niveles de nutrientes (kg/ha)				
	1	2	3	4	5
N ₂	0	40	80	120	160
P ₂ O ₅	0	50	100	150	200
K ₂ O ₅	0	20	40	60	80

Las fuentes utilizadas fueron:

Nitrógeno : Urea 46%

Fósforo : Superfosfato Triple 46 % P₂O₅

Potasio : Muriato de Potasio 60 % K₂O

Siembra

Se tomó como fecha de siembra el momento en que se irrigó la caña luego del corte de la caña- planta, lo cual se realizó el 10 de Abril de 1992.

Limpias

El experimento se mantuvo libre de malezas de forma manual, a través del desyerbe y se realizó la colocación de cebos preparados contra ratas. (*Sigmodón hispidus*). También se realizó un aporque a los 75 días después del corte.

Riego

Este se aplicó ocasionalmente durante los 5 meses de invierno. A falta de lluvia se aplicó el riego a través de cañones móviles.

Cosecha

La cosecha fue realizada manualmente el 15 de febrero de 1993.

Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con 5 repeticiones con una separación entre bloques de 4 m. La parcela experimental estuvo constituida por 4 surcos de 8 m. de longitud. Separados cada uno por 1.50 m. entre surco, la parcela útil de 48 m². La separación entre las parcelas fue de surco sin sembrar, para un área total de 5, 796.00 m². Los tratamientos consistieron en la combinación de los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales se detallan en la Tabla 3

Tabla 3 Tratamientos consistentes en la combinación de los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio.

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	100	40
2	40	100	40
3	80	100	40
4	120	100	40
5	160	100	40
6	120	0	40
7	120	50	40
8	120	150	40
9	120	200	40
10	120	100	0
11	120	100	20
12	120	100	60
13	120	100	80
14	120	0	0

La caña-planta fue cortada el 15 de marzo de 1992 y se cosechó el retoño 1, el 15 de febrero de 1993 . Se utilizó la variedad Ja-60-5.

Características de la variedad JA-60-5

Madurez	De todo tiempo Cubano Escasa
Origen	Cubano
Floración	Escasa
Hábito de crecimiento	Erecta con acame marcado.
Ahijamiento	Mayor a 60 dds (10 - 12 tallos).
Germinación	Lenta, mayor a los 30 días, igual al rebrote.
Color del tallo	Amarillo-verdoso presentando bastante cera.
Canuto	Cilíndrico-conoidal (ancho de la base y delgado de arriba).
Altura promedio	3 metros.
Rendimiento industrial	95 - 98 kg/t. de caña.

Variables Estudiadas

Población: Se realizó quincenal a partir de los 30 días después del Corte (ddc) y mensual a partir de 180 ddc, esto se hizo hasta que el aumento de la población ya no fue significativo, para luego realizar la evaluación al momento de la cosecha. El recuento fue realizado contando la población de los dos surcos centrales de cada parcela experimental

Diámetro

Se realizó al momento de la cosecha, usando un vernier y se efectuó a los tallos usados para el cálculo del rendimiento agrícola.

Altura: Se realizó al momento de la cosecha, considerando únicamente la altura de cosecha.

Rendimiento agrícola

Este parámetro se evaluó al momento de la cosecha, cosechando 100 tallos de los 2 surcos centrales de la parcela experimental, obteniéndose el rendimiento agrícola a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento Agrícola} = \frac{P \times P_t}{100}$$

P : Población

P_t : Peso de 100 tallos

100 : Los 100 tallos cosechados

Este parámetro se calculó a cada una de las dosis y por cada repetición, expresándolo en t/ha. **Rendimiento industrial:** Su calculo se realizo en el laboratorio del Ingenio Victoria de Julio, a partir de 5 tallos por parcela tomados al azar. Se expreso en kg de azúcar/t de caña.

Rendimiento agro-industrial: Económicamente es la variable más importante en este tipo de estudios, ya que determina los ingresos. Su calculo se realizo a partir del rendimiento agrícola y del rendimiento industrial, expresado en t. de azúcar/ha., a través de la siguiente ecuación:

$$t \text{ de azúcar/ha} = \frac{\text{rendimiento agrícola} \times \text{rendimiento industrial}}{1000}$$

Análisis de laboratorio: Se realizó una semana antes de la cosecha, se hizo por cada una de las dosis y por cada repetición, muestreando al azar 5 tallos por parcela. Se tomaron parámetros como: Brix, sacarosa y pureza.

Análisis Estadístico: Los datos que se obtuvieron por cada parámetro se sometieron al análisis de varianza al 5 % Y su respectiva separación de medias, según Tukey al 5 %. Para el análisis de los experimentos se utilizó el siguiente modelo matemático para un diseño de bloques completos al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Descripción de Resultados en las Variables Agrícolas

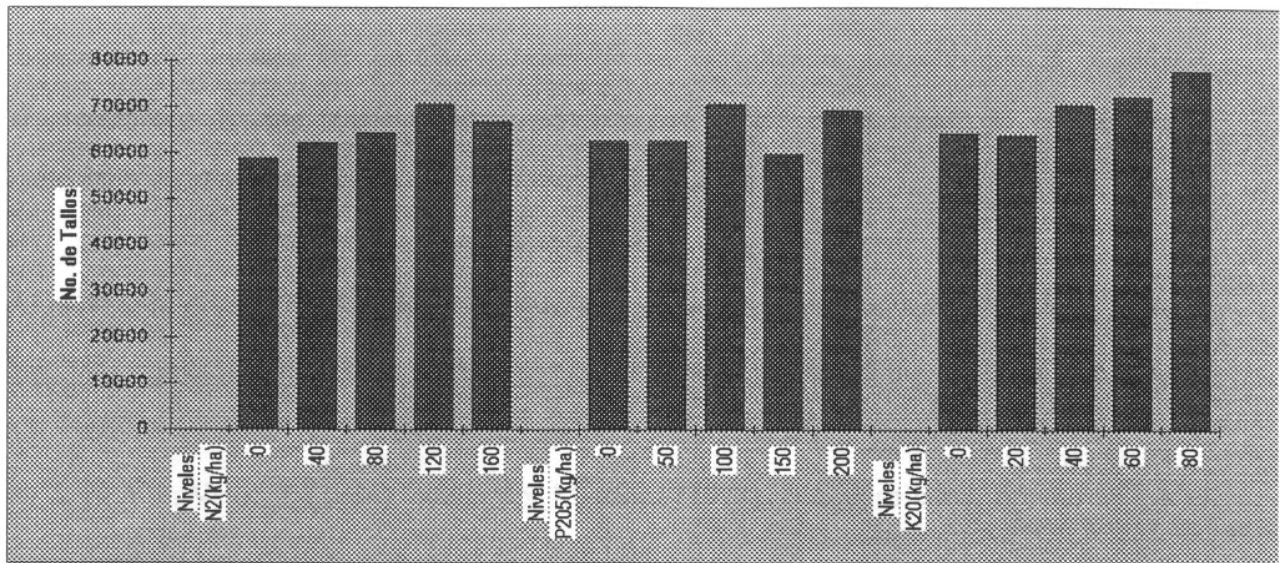
Población

Esta variable, indica el numero de tallos molibles por ha, y a pesar de que estadísticamente no se detectaron diferencias significativas, sus resultados muestran una tendencia bien definida.

En la figura 2a, se puede observar que a medida que los niveles de nitrógeno aumentan desde 40 kg/ha, hay un incremento en el número de tallos molibles. Sin embargo esta tendencia se revierte con el nivel más alto de nitrógeno (160 kg/ha). Tisdale & Nelson (1970), indicaron, basados en el principio del mínimo de Liebig que existe una estrecha relación entre los elementos NPK, a tal punto que la aplicación elevada de un elemento ocasiona cambios en la concentración de los otros elementos.

Según Flores (1976), basándose en resultados de varios países sobre análisis de suelo, análisis de hojas y tallos y experimentos de campo, determinó que la dosis media que necesita la planta para que haya una respuesta al nitrógeno fluctúa entre 150 y 180 kg/ha.

En el caso de la caña, se ha señalado que la aplicación de alta dosis de nitrógeno, solo causan efectos positivos cuando estas se acompañan de aplicaciones de potasio, las cuales pueden ser también altas cuando se trata de suelos pobres en potasio; a este estímulo de la absorción de potasio por altas aplicaciones de nitrógeno o viceversa, se le ha llamado sinergismo. Esto significa que si el fondo de potasio hubiese sido mayor de 40 kg/ha la población quizás hubiese aumentado.



A

P₂O₅ 100kg
K₂O 40kg

B

Fondo N₂ 120kg
K₂O 40 Kg

C

Fondo N₂ 120 kg
P₂O₅ 100 kg

Figura 2: Influencia de 5 niveles de nitrógeno, Fósforo y Potasio en la población

Aparentemente el nivel de 160 kg/ha de nitrógeno provocó una disminución en la concentración de potasio, por lo que la absorción de nitrógeno se vio desfavorecida, evitando el efecto del nivel más alto.

En la Figura 2b, el fósforo muestra la misma tendencia que el nitrógeno, aunque no tan marcada, sin embargo se observa aumento en el número de tallos molibles al subir los niveles de fósforo, hasta llegar al nivel de 100 kg/ha luego del cual se ve frenado el aumento de la población.

Según Jacob A. & H. Von Vexkull (1964), el fósforo es requerido por la caña de azúcar especialmente durante los primeros meses de su crecimiento. De ahí que el abundante abastecimiento de este nutriente tenga una benéfica acción en el desarrollo de su sistema radicular y en el macollamiento.

Al parecer la dosis de 100 kg/ha de fósforo se aproxima a la cantidad requerida por la planta bajo las condiciones de este ensayo, y posteriormente se observará que coincide con el nivel adecuado en los parámetros, rendimiento agrícola y agro-industrial. Con respecto a esto, Jacob A. & H. Von Vexkull, (1964), citado por Martínez (1978), consideró como óptimo aplicar al suelo dosis de fósforo que varíe entre 45 - 112 kg/ha.

La acción positiva de la dosis de 100 kg/ha de fósforo señalada anteriormente, está relacionada a la dosis de 120 kg/ha de nitrógeno, lo cual establece como relación N/P adecuada a la de 1.2: 1 (120 kg/ha de nitrógeno y 100 kg/ha de fósforo).

Con respecto al potasio en la Figura 2c, se puede apreciar que la producción de tallos molibles fue influenciado positivamente por las aplicaciones de potasio manifestando por cada aumento en el nivel de potasio un aumento en la población, deduciéndose que probablemente la planta responda a un mayor aumento en el nivel de potasio, ya que se considera como aplicaciones adecuadas al suelo para cubrir los requerimientos de la caña de azúcar dosis que oscilen entre 112 - 225 kg/ha de potasio. Jacob A. & H. Von Vexkull, (1964) citado por Martínez (1978).

Este comportamiento del potasio parece confirmar lo observado con el nivel de 160 kg/ha de nitrógeno, pues con fondo de 120 kilogramos de nitrógeno y 100 kilogramos de fósforo, la aplicación de 80 kg de potasio provocó la población más alta de todos los tratamientos. Esta dosis (120-100-80), presenta una relación N/K de 1.5:1 en tanto que la de 160-100-40 fue de 3: 1, provocando esta última una depresión en la adsorción del nitrógeno por déficit de potasio.

Altura

En este parámetro no se detectaron diferencias significativas en la influencia que pudieran tener los niveles aplicados de cada elemento en la planta, al parecer esta variable se encuentra limitada por la composición genética de la variedad.

Sin embargo, se observó como lo muestra la figura 3a, un aumento lineal al pasar de un nivel inferior de nitrógeno a uno superior, lo que indica una cierta influencia de este elemento.

Esto es muy importante debido a que este parámetro, tiene gran influencia tanto en el rendimiento agrícola ya que incrementa el peso de la planta como en el rendimiento industrial, debido a que se aumentan los espacios de almacenamiento de sacarosa.

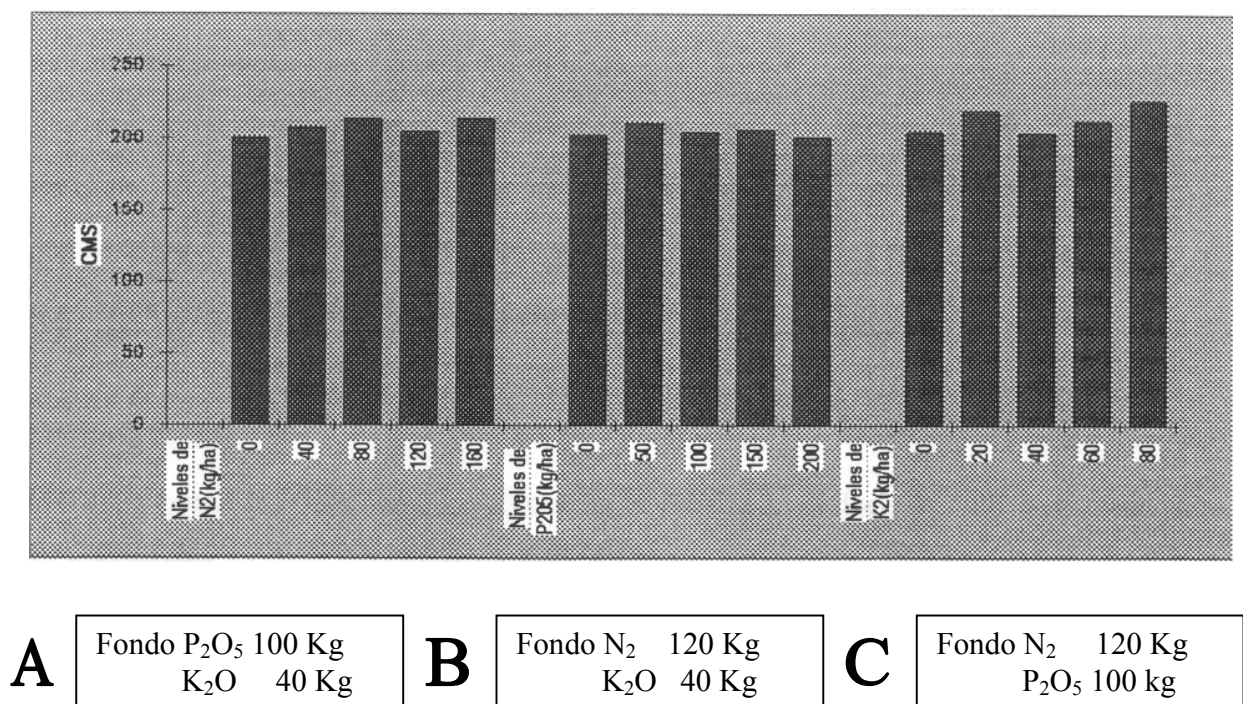


Figura 3. Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en la altura.

En la figura antes señalada se observa un aumento desde el nivel de 0 kg/ha, hasta el nivel de 80 kg/ha, para luego descender en los niveles mayores de 120 y 160 kg/ha. Con respecto a esto Dillewijn, (1952), señalo que el ritmo de elongación de la caña de azúcar aumenta conforme se acrecienta la frecuencia o proporción de aplicación de nitrógeno hasta alcanzar el suministro optimo. En este caso parece ser la dosis de 80 kg/ha.

En el caso del fósforo (figura 3b), se observa que con el segundo nivel de 50 kg/ha se alcanza la mayor altura, para luego decrecer en los niveles siguientes. Es importante destacar que el nivel de 0 kg/ha de fósforo iguala al resto de los niveles, solo apenas superado por el nivel de 50 kg/ha, lo que nos indica la poca necesidad de este elemento en el incremento de la altura, ya que no hay respuesta a las aplicaciones crecientes del fósforo.

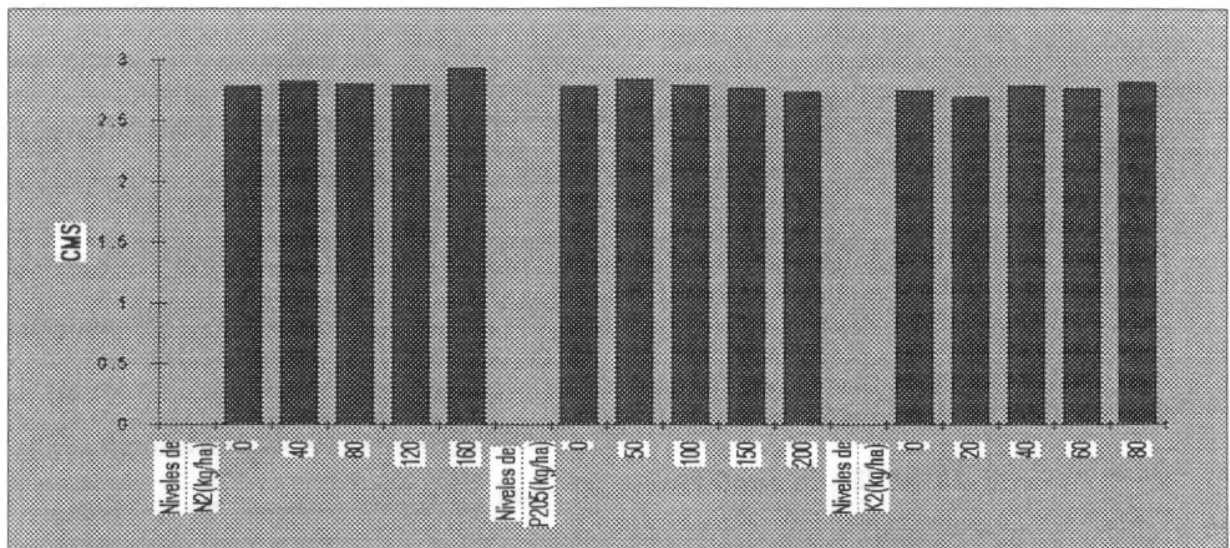
En cuanto al potasio, (figura 3c), este mostró similitud con el comportamiento del fósforo ya que se observo que con solo 20 kg/ha de potasio se obtuvo una respuesta satisfactoria, con respecto a las aplicaciones mas altas, aunque las diferencias no fueron significativos.

Diámetro

Los datos obtenidos del diámetro a la cosecha en las diferentes dosis de NPK que se aplicaron, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos que se evaluaron.

Esta falta de diferencia, probablemente se deba a la característica de la variedad la que bajo determinadas condiciones no pueden desarrollar más de lo que permite su patrón genético.

En la figura 4a, se observa una respuesta similar en todas las aplicaciones, hasta llegar al nivel mayor de 160 kg/ha donde se da un aumento del diámetro, sin embargo este nivel resulta antieconómico, comparado con el pobre aumento experimentado.



A

Fondo P₂O₅ 100 Kg
K₂O 40 Kg

B

Fondo N₂ 120 Kg
K₂O 40 Kg

C

Fondo N₂ 120 Kg
P₂O₅ 100 kg

Figura 4. Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el diámetro.

En el caso de fósforo (figura 4b), la respuesta fue nula a las aplicaciones ya que el diámetro fue mayor con los niveles mas bajos de 0 y 50 kg/ha, decreciendo a medida que los niveles aumentaron.

En relación al potasio (figura 4c), las aplicaciones no tuvieron influencia alguna sobre esta variable, ya que se obtuvo buena respuesta al no aplicar potasio. Esta respuesta fue igual o superior al diámetro obtenido con los niveles mas altos de potasio.

Rendimiento Agrícola

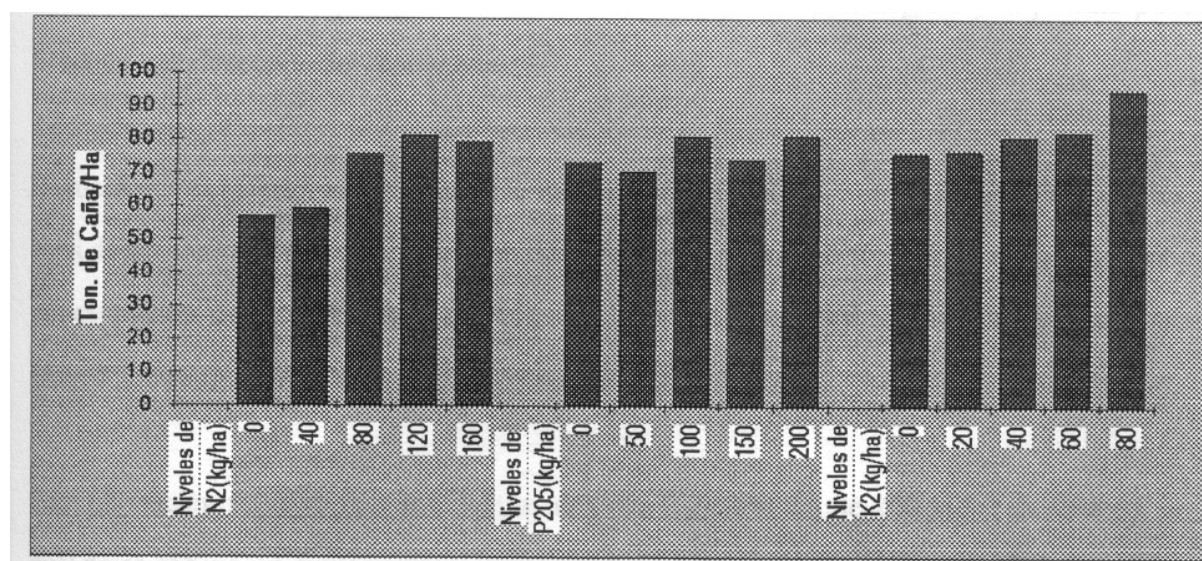
En la figura 5 se muestran el comportamiento de esta variable para cada uno de los 3 macronutrientes evaluados. Según la cuarta conferencia internacional (1962), en ensayos realizados en diferentes zonas y series de suelo de México se dieron resultados favorables

para dosis de nitrógeno en cuanto a respuesta del peso de caña por hectárea. Sin embargo, el rendimiento de azúcar y sacarosa por hectárea fue bajo.

En la figura 5a se observa un incremento en las toneladas de caña por hectárea proporcional al aumento de las dosis de nitrógeno, hasta llegar a la dosis de 120 kg/ha, luego de la cual se produce una depresión del rendimiento con la máxima dosis. Probablemente debido a un aumento desproporcionado de este elemento con respecto a los elementos fósforo y potasio.

En relación a esto, Jacobs & Vexkull (1964), indican que entre los 3 elementos primarios el nitrógeno tiene la primacía y que un balance con fósforo y potasio previene los indeseables efectos secundarios de una elevada aplicación unilateral de nitrógeno.

Es relevante señalar que los resultados obtenidos para este parámetro mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.



A Fondo P₂O₅ 100 Kg
K₂O 40 Kg

B Fondo N₂ 120 Kg
K₂O 40 Kg

C Fondo N₂ 120 Kg
P₂O₅ 100 kg

Figura 5. Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento Agrícola.

Con respecto al fósforo, según Najera (1978), este elemento tiende a incrementar linealmente el rendimiento a cualquier nivel de nitrógeno. Debe señalarse sin embargo que tal aseveración parece ser válida sólo cuando el fósforo logra determinados niveles de relación con el nitrógeno, relación por encima de la cual la aplicación de fósforo pueda afectar negativamente el rendimiento.

En la figura 5b se observa cierta tendencia de aumento en el rendimiento, paralelo al incremento de la dosis de fósforo. Esta tendencia se revierte luego de la dosis de 150 kg/ha de fósforo ya que al parecer se crea un desbalance con respecto a los elementos nitrógeno y potasio. Este suelo mostró ser pobre en fósforo con 3.5 ug/g (tabla 1), con lo cual se debía esperar una mayor respuesta a niveles más altos, sin embargo, Bedsole & Breggard (1953), indicaron que las altas aplicaciones de fósforo, con respecto al nitrógeno y al potasio pueden producir una depresión del rendimiento.

Según Ramírez (1964), informa sobre la interacción del fósforo con el nitrógeno en cultivos de caña de azúcar y plantea que cuando se trata de suelos pobres en fósforo, a medida que sube la concentración de este, el nitrógeno también es mayormente asimilado. Sin embargo, dicha interacción es reversible cuando el fósforo es sobre-dosificado.

Esta afirmación se ve claramente demostrada con la aplicación de 200 kg/ha de fósforo, en la cual no se obtuvo un aumento importante en el rendimiento agrícola, lo que significa que dosis mayor de a 100 kg/ha de fósforo con 120 kg/ha de nitrógeno son suficientes para mantener rendimientos elevados. En ambos casos (100 Y 200 kg/ha de fósforo) con 120 kg/ha de nitrógeno, la relación se mantiene entre 0.6 y 1.2; los cuales fueron señalados por Palacios & y Peña (1994), como adecuados.

En cuanto al potasio Jacob & Vexkull (1964), informa que la caña de azúcar es una gran consumidora de este elemento, manifestando su importancia en el incremento del peso de caña, el correspondiente aumento del contenido de sacarosa y la simplificación del tratamiento de guarapos en el ingenio.

En la figura 5c, se observa una marcada tendencia ascendente en el rendimiento de caña al aumentar las dosis de potasio. Dicha tendencia se marca más claramente en su dosis máxima 80 kg/ha, en la cual se da una diferencia bien marcada con respecto a las otras dosis.

Al parecer esta dosis se acerca a la dosis requerida por la planta y probablemente la respuesta aumente, al incrementarse esta dosis ya que se ha establecido que para que la planta responda a este elemento se deben hacer aplicaciones de potasio en dosis de 112 - 225 kg/ha. (Jacob & Vexkull 1964, citado por Martínez, 1978). Además que en previo análisis realizado al suelo se determinó que este era pobre en contenido de potasio con 0.22 meq/100 g de suelo (ver tabla 1).

Es importante señalar que esta tendencia marcada por el potasio pueda estar influenciada en cierta medida por la relación con el nitrógeno como lo afirma Jacob & Vexkull (1964), cuando informa que el mayor significado de la fertilización potásica radica en el mantenimiento de un equilibrio óptimo entre este elemento y el nitrógeno.

Al parecer las aplicaciones de potasio se vieron favorecidas con la aplicación de altas dosis de nitrógeno. Según Hank & Dickinson (1954), esto provoca una mayor influencia del potasio sobre los rendimientos de caña.

Esta afirmación se ve sustentada por el hecho de que en experimentos factoriales de fertilización aunque no se obtuvieron diferencias significativas, se observó que en ausencia de nitrógeno el potasio individualmente no aumentó el peso, Matheu (1966), lo cual coincide con algunos resultados presentados en este trabajo.

En base a todo lo anterior podría definirse como la relación óptima fisiológica, la de 1.5: 1 (120 kg/ha nitrógeno y 80 kg/ha potasio).

Rendimiento Industrial

Para la variable rendimiento industrial no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos.

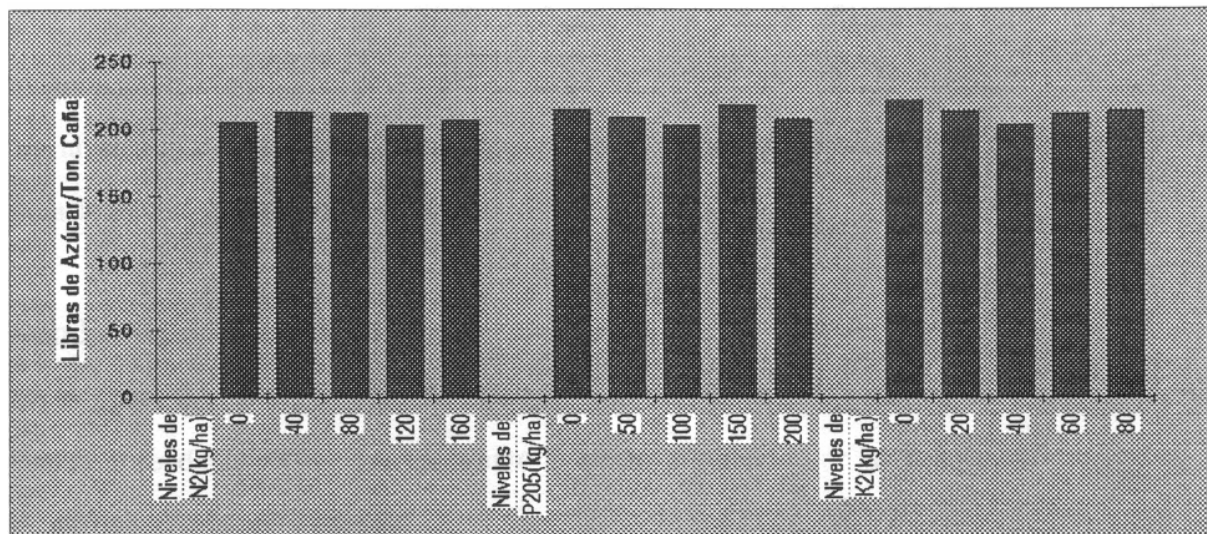
Según Ullivari (1962), citado por Matheu (1966), en ensayos realizados con NPK sobre un suelo poco profundo, bien provisto de materia orgánica y nitrógeno pero deficientes en fósforo y potasio, observó la influencia del fósforo y el potasio en tratamientos que contenían nitrógeno, dando mayores resultados en cuanto a rendimiento de azúcar que aquellos tratamientos que solo contenían nitrógeno.

Por su parte Borden (1941), indica que la concentración de sacarosa decrece como resultado de las aplicaciones adicionales de nitrógeno.

Al respecto de las afirmaciones de estos autores, si se observa la figura 6a, veremos que el rendimiento industrial fue influenciado negativamente por las aplicaciones de nitrógeno a partir de la dosis de 120 kg/ha aunque no significativamente.

Es válido indicar que el comportamiento del nitrógeno en la obtención de sacarosa ha sido ampliamente difundido por los investigadores, obteniéndose generalmente la tendencia que presentan estos resultados.

En relación a esto, investigaciones realizadas en el Ingenio Victoria de Julio han confirmado que el contenido de sacarosa muestra una tendencia lineal negativa al aumentar las dosis de nitrógeno. (Rivera & Barbosa 1989).



A

Fondo P_2O_5 100 Kg
 K_2O 40 Kg

B

Fondo N_2 120 Kg
 K_2O 40 Kg

C

Fondo N_2 120 Kg
 P_2O_5 100 kg

Figura 6. Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento industrial.

Cuando se incrementan las dosis de nitrógeno una gran parte de los carbohidratos formados son utilizados en la formación de protoplasma en lugar de haber sido depositados para reforzar la membrana celular. Así, la relación citoplasma-membrana se incrementa.

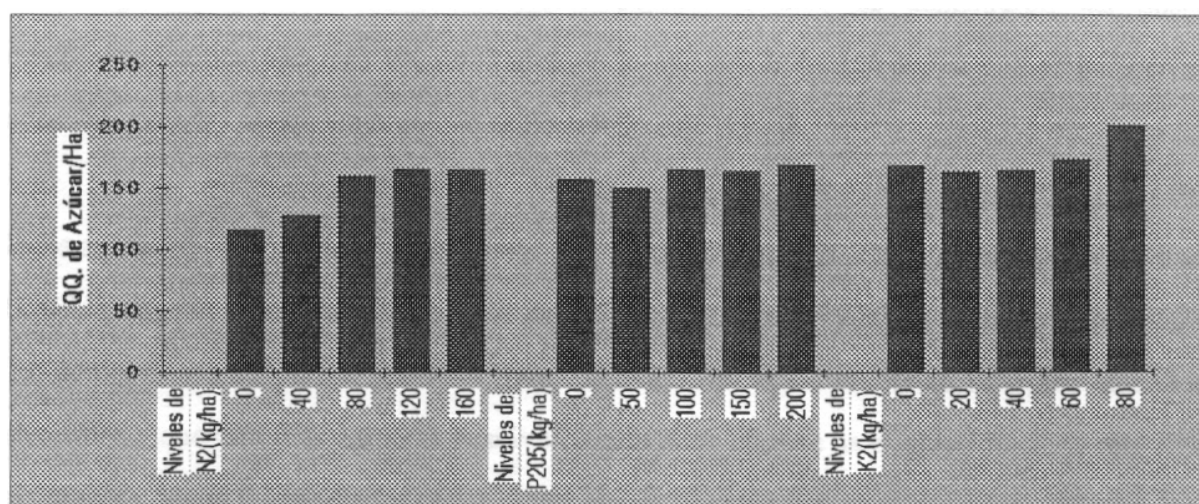
El protoplasma está constituido fundamentalmente de agua y proteínas, esto significa que las células son grandes con una fina membrana (debido a la pobre acumulación de carbohidratos como celulosa). Debido a esto las plantas tienen un alto contenido de agua y un bajo contenido de materia seca, lo que resulta en un bajo porcentaje de fibra y disminución de sacarosa (Coulibaly, 1990).

Con respecto a los elementos fósforo (figura 6b) y potasio (figura 6c), estos no tuvieron ninguna influencia sobre el contenido de sacarosa, mostrándose una tendencia de aumentar con los niveles más bajos de potasio. Esto confirma el hecho del sinergismo entre nitrógeno y potasio lo cual es importante reiterarlo.

Rendimiento Agroindustrial

En la figura 7(a, b y c), se puede observar que este parámetro presenta un comportamiento similar al rendimiento agrícola en cuanto al efecto producido por las aplicaciones individuales de nitrógeno, fósforo y potasio.

Al parecer ninguno de los 3 macro nutrientes evaluados mostró una tendencia individual que influenciara tanto los rendimientos de caña como de azúcar, probablemente las tendencias mostradas en la figura7 (a, b y c), se deba a un efecto combinado entre los elementos en estudio nitrógeno, fósforo y potasio.



A

Fondo P₂O₅ 100 Kg
K₂O 40 Kg

B

Fondo N₂ 120 Kg
K₂O 40 Kg

C

Fondo N₂ 120 Kg
P₂O₅ 100 kg

Figura 7. Influencia de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento agro-industrial.

Según Ullivari (1962), aunque el elemento principal es el nitrógeno, en especial para el incremento de la producción de caña por hectárea, se han observado influencias importantes de los elementos fósforo y potasio y más aún cuando ambos se combinan con nitrógeno dando mayores resultados tanto en tonelaje de caña como en rendimientos de azúcar.

El nitrógeno volvió a mostrar su efecto positivo cuando se aumentaron las dosis, confirmándose una vez más los resultados de la aplicación de 120 kg/ha que al parecer es adecuado para las condiciones en que se desarrolló este trabajo.

Debe señalarse sin embargo, que el efecto de la aplicación de 120 kg/ha de nitrógeno fue más benéfica, cuando esta se hizo acompañar de 100 kg/ha de fósforo y 80 kg/ha de potasio. Tal comportamiento parece reafirmar, que efectivamente existe un efecto sinérgico entre los elementos y que este sinergismo es positivo cuando entre ellos se ha establecido cierta relación, al parecer y según los resultados, estas relaciones oscilan en los siguientes valores $N/P = 1.2:1$, y para $N/K = 5:1$.

3.2 Análisis Económico

Cada día los fertilizantes adquieren más importancia en la planificación del manejo del cultivo de caña de azúcar para poder obtener un incremento en la producción azucarera. Sin embargo el fertilizante va en un aumento progresivo de su precio, por lo cual toma mucho interés el desarrollo de recomendaciones de dosis de fertilizantes que sean realistas sin ser excesivas, de tal manera que se evite el abuso de los recursos disponibles y con ello una consecuente pérdida de rentabilidad.

En base a estas premisas se ha considerado conveniente establecer algunos aspectos económicos que enfoquen la relación entre los ingresos y egresos provocados por los tratamientos o dosis utilizadas.

El análisis beneficio-costos entre los catorce tratamientos utilizados midió en términos monetarios todos los beneficios y costos, para determinar si los beneficios superan por un margen suficiente a los costos en cada uno de ellos, y así poder recomendar la mejor dosis de fertilizante para obtener una mayor y significativa rentabilidad por unidad de área.

Producción

Antes del análisis beneficio-coste la evaluación productiva merece atención. Al cierre de la década de los 80, Nicaragua presentaba la siguiente situación: en 1987 tenía rendimientos de 4.04 t/ha, (88.89 quintales de azúcar por hectárea) en un área de 34.87 miles de hectárea, representando esto una producción total de 140.8 miles de toneladas de azúcar. En el ciclo 88-89 en un área de 32.68 miles de hectáreas, la producción era de 174.7 miles de toneladas de azúcar, con un rendimiento de 5.34 t/ha, (117.58 quintales por hectárea). En tanto -89-90 con un área mayor de 39.65 miles de hectáreas el rendimiento disminuyó a 4.99 t/ha (109.77 quintales por hectárea) y la producción aumentó a 197.8 miles de toneladas de azúcar.

Al iniciar la década de los 90 el ciclo 90-91 con un área de 42.61 miles de hectáreas los rendimientos estuvieron por 5.08 t/ha, (111.75 quintales por hectárea), con una producción de 216.6 miles de toneladas de azúcar. El ciclo 91-92 tuvo un área de 42.26 miles de hectáreas con un rendimiento de 4.60 t/ha (101.1 quintales por hectárea) y una producción de 194.1 miles de toneladas de azúcar.

Para el ciclo 92-93 la producción bajó a 181.2 miles de toneladas de azúcar, teniendo un rendimiento de 4.58 t/ha (100.68 quintales por hectárea), pero también hubo una reducción en el área a 39.58 miles de hectárea. Para el ciclo 93-94 se mantuvo constante el área con 39.58 miles de hectáreas con un incremento en la producción de 189.8 miles de toneladas de azúcar y un rendimiento de 4.80 t/ha (105.51 quintales por hectárea).

Para las condiciones experimentales en que se desarrolló este ensayo la producción de azúcar por hectárea mostró la siguiente situación: El tratamiento 13 (120-100-80) mostró la mejor producción con 9.18 t/ha, (201.966 quintales por hectárea) El tratamiento 1 (0-100-40) fue el de menor rendimiento con 5.27 t/ha, (115.86 quintales por hectárea) Es relevante observar que el tratamiento 14 el cual solo cuenta con nitrógeno (120-0-0) y que es utilizado por el Ingenio Victoria de Julio para sus propósitos comerciales obtuvo un rendimiento de 7.96 t/ha (175.166 quintales por hectárea), superado únicamente por el

tratamiento 13 (120-100-80). El resto de tratamientos anduvo por el rango de 5.86 - 7.86 t/ha (129-173 quintales por hectárea).

Costos

En la tabla 6, se aprecia el costo solamente de los tratamientos, correspondientes a dosis de fertilizantes, ya que el resto de factores concernientes a: preparación de suelo, control de malezas, control de plagas y enfermedades, riego, etc. se mantuvieron constantes para cada tratamiento. En dicha tabla se observa que el tratamiento 9 (120-200-40) tuvo el costo más alto con US \$190.00, el tratamiento 14 (120-0-0) utilizado comercialmente por el Ingenio Victoria de Julio fue el de costo más bajo con US \$57.40. Los tratamientos restantes oscilaron entre US \$75 – 161.

Relación beneficio-costo

Para fortalecer la evaluación de los tratamientos es necesario analizar el beneficio-costo para cada tratamiento, los cuales se muestran en la Tabla 4. Se toma como beneficio el incremento de azúcar producido por cada tratamiento multiplicado por el precio del quintal de azúcar en el mercado internacional (el cual es de US \$10.00) y como costo el valor del tratamiento.

Tabla 4. Relación beneficio-costo

Tratamiento	Incremento (t/ha de azúcar)	Beneficio (US \$)	Costo (US\$)	Beneficio/Costo.
1 (0-100-40)	-2.43	-534.6	75.00	-7.13
2 (40-100-40)	-1.9	-512.13	94.13	-4.44
3 (80-100-40)	-0.43	-94.6	113.25	-0.84
4 ((120-100-40)	-0.18	-39.60	132.40	-0.30
5 (160-100-40)	-0.21	-46.20	151.50	-30
6 (120-0-40)	-0.55	-121.00	75.00	-1.61
7 (120-50-40)	-0.88	-193.60	103.70	-1.87
8 (120-150-40)	-0.31	-68.2	161.00	-0.42
9 120-200-40)	-0.02	4.40	190.00	0.023
10 (120-100-20)	-0.01	2.20	114.80	0.019
11 (120-100-60)	-0.24	-52.80	123.60	-0.43
12 (120-100-60)	-0.21	46.20	141.20	0.33
13 (120-100-80)	1.51	332.20	150.	2.21

Esta tabla se desarrolló de la Tabla 8, en la cual se establece una comparación entre los tratamientos y el testigo relativo (rendimiento con la aplicación de la dosis comercial (120-0-0)). "De ella se extraen los incrementos.

En la tabla anterior, se muestra en primer término los incrementos de t/ha de azúcar obtenidos de la diferencia entre las t/ha de azúcar producidas por cada tratamiento y las t/ha de azúcar producidas por la aplicación de la dosis comercial (tratamiento 14 (120-0-0)), luego se muestra el beneficio que no es más que la multiplicación entre el incremento de t/ha de azúcar y el precio del quintal de azúcar en el mercado internacional. A continuación se plasma el costo de cada tratamiento cuyo detalle aparece en la Tabla 6 y luego la relación entre el beneficio y el costo.

En la Tabla 4, se observa que al compararse los tratamientos con la dosis comercial, esta se ve superada por cuatro tratamientos, sin embargo sólo el tratamiento número 13 (120-100-80) lo superó por un margen considerable.

El tratamiento 13(120-100-80) tuvo un factor de rentabilidad de 2.21, los tratamientos, los tratamientos 9, 10 y 12 tuvieron un factor de 0.023, 0.019 y 0.33 respectivamente.

El resto de tratamientos provocaron pérdidas. Dentro de este grupo sobresale el tratamiento 1 y 2, los cuales tuvieron factores de -7.13 y -4.44 respectivamente, al parecer en ambos tratamientos tuvo mucha influencia el elemento nitrógeno, ya que tuvieron las cantidades más bajas entre los catorce tratamientos evaluados con dosis de 0-100-40, para el tratamiento 1 y de 40-100-40 para el tratamiento 2. en el resto de tratamientos aunque también presentaron pérdidas, las diferencias pueden catalogarse de no significativas, ya que los valores oscilaron entre -0.30 y -1.87 .

Además, de la diferencia entre el valor del incremento y el costo del fertilizante se obtuvo la rentabilidad neta, la cual para el tratamiento 13 fue de US \$182.2 por hectárea, lo cual significa un 10.76 % superior al tratamiento comercial.

IV. CONCLUSIONES

- Los elementos nitrógeno, fósforo y potasio fueron limitantes en el peso de la caña.
- La mayor influencia la tuvo el nitrógeno en su dosis de 120 kg/ha en sus niveles, con combinaciones medias de fósforo y altas de potasio
- Las aplicaciones de nitrógeno tienden a disminuir el contenido de sacarosa en los tallos de caña, aunque a valores no significativos.
- De manera general los resultados fueron los esperados, en relación con el análisis de suelo realizado previo al montaje del ensayo.
- Los más altos rendimientos están asociados a dosis medias de nitrógeno y fósforo y dosis altas de potasio.
- Las dosis combinadas de 120 kg/ha de nitrógeno, 100 kg/ha de fósforo y 80 kg/ha de potasio es altamente rentable.

V. RECOMENDACIONES.

- 1- Aplicar dosis de fósforo y potasio a los retoños de caña de azúcar, 100 kg/ha y 80 kg/ha respectivamente.
- 2- Para las condiciones en que se desarrollo este trabajo (Ingenio Victoria de Julio), aplicar el tratamiento 13 (120-100-80), en un área suficientemente grande para que los resultados del ensayo se aprecien en toda su magnitud.
- 3- Realizar un ensayo similar con un fondo de potasio que varia de 40 kg/ha a 80 kg/ha (dado que el fondo de 40 kg/ha fue el utilizado para evaluar los cinco niveles de nitrógeno y fósforo) ya que se considera se obtendrían mejores resultados a los obtenidos en este ensayo, justificando esto en el déficit de potasio de este tipo de suelo.
- 4- Darle continuidad a este tipo de ensayos en Nicaragua, dado lo incipiente de este tipo de fertilización a los retoños de caña de nuestro país.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bedsole, M.R. Y Bregart. 1953 Some relations of Chemical analysis of soils and fresh sugar cane tissues to growth and yield. *Frac. int. sugar cane tech. canto Barbados*, pp 24.
2. Borden R.J. 1941 Cane growth studies. Factors which influence Yields and composition of sugar cane, *Hawaiian Planter's record* 45:241-263.
3. Coulibaly K. 1990 Influence of Nitrogen fertilization on the attack on sugar cane by the stalk borer (*E. saccharina*, Walker) *Sugar cane, spring supplement. Louisiana* pp 18-20.
4. Cuarta Conferencia Internacional. 1962 Instituto Tecnológico Azucarero Veracruzano. Cosomaloapan, Veracruz - México. Junio p.p. 109-116.
5. Dillewijn, C.V. 1952 *Botánica de la caña de azúcar*. Primera edición revolucionaria, La Habana, Cuba.
6. Flores, Cáceres, S. 1976 *Manual de caña de azúcar*. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 171 p.
7. García Cobaquil. 1983 Tesis. Evaluación de Cinco Niveles de Fertilizantes en las condiciones de la Estación Experimental de La Sabana. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía.
8. González Quindelan Juan. 1983 *Fitotecnia de la Caña de Azúcar*, cuarta reimpresión. La Habana, Editorial Pueblo y Educación. 140 p.

9. Hank F.N. Y Dickinson, W.E. 1954 Conocimientos y Experiencias con Potasa en el cultivo de la caña de azúcar, Asoc. de Tec. azucareros de Cuba. Boletín Oficial La Habana 313.
10. Humbert R. 1974 El cultivo de la caña de azúcar, México Compañía Editorial Continental, S. A. p.p. 131-298.
11. Instituto Nacional de la Reforma Agraria de Cuba. 1983 Agrotecnia de la Caña de Azúcar. 249 pp.
12. Jacob A. & H. Von Vexkull 1964 Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Traducción española por L.D. López Martínez de Alba. Holanda - P.p. 169-171,
13. Martínez Gutiérrez, L.R. 1978 Ensayo de Fertilización en caña de azúcar (*Sacharum officinarum*)_en suelos de la serie Alotenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía.
14. Matheu De León C. 1966 Ensayos de fertilización con NPK en condiciones de la finca "Sabana Grande" Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía 71 p.p.
15. Matheu De León, L.R. 1966 Ensayo de Fertilización en C. de A. con nitrógeno, Fósforo y potasio Tesis de Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía. 44 p.p.
16. Ministerio de Economía y Desarrollo de Nicaragua. 1993. Boletín economía y desarrollo, año 2 - No. 17 13p.p.

17. Najera Caal, M.A. 1978 Respuesta de la caña de Azúcar a la aplicación de 5 niveles de NPK. **Tesis** Ing. Agr. Guatemala, Univ. de San Carlos, Facultad de Agron., 78 p.p.
18. Palacios M.J. & Peña R. 1994 Efecto de diferentes dosis de NPK sobre el rendimiento agro-industrial de la variedad L-68-99 en caña planta. U.N.A. Tesis de Grado 27 p.p
19. Rarnírez, Carlos. 1964 Respuesta de la caña de azúcar a la fertilización fosfórica. Interpretada con base en el análisis del tallo. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Ciudad Universitaria. Rodrigo Fagio pp 30-34.
20. Rivera P. & Barbosa F. 1989 Resultados preliminares de la fertilización NPK en un suelo rojo del Ingenio Victoria de Julio. Estación experimental de la caña de azúcar DGT A -MIDINRA.
21. Tisdale, S. & Nelson W.L. 1970 Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. P.p. 139-291. Barcelona, España. Montaner y Sinrnons, S.
22. Ullivari, Roberto. F. 1962 La Fertilización en los cultivos de la caña de azúcar I.D.I.A. Suplemento No.S, Seco de Estado y Ag. Y Ganad. de la nación. República de Argentina 52. pp.

VI. ANEXOS

Tabla 5. Resumen del Análisis de Varianza para cada uno de los parámetros evaluados.

Parámetro	Fuente	GL	FC	FT
Rendimiento agrícola	Bloque	4	2.240J J 1 NS	2.56
	Tratamiento	13	3.50181-*	1.95
Rendimiento industrial	Tratamiento	4	2.641419 *	2.56
	Bloque	13	0.3727176 NS	1.95
Rendimiento agro-industrial	Tratamiento	4.	0.5349797 NS	2.56
	Bloque	13	2.444278 *	1.95
Población final	Tratamiento	13	2.909678 *	2.56
	Bloque	4	11.729042 NS	1.95
Longitud de tallo	Tratamiento	13	5.750422 *	2.56
	Bloque	4	0.9814019 NS	1.95
Diámetro de tallo	Tratamiento	13	1.856867 NS	2.56
	Bloque	4	0.4915487 NS	1.95

Tabla 6. Valor de cada tratamiento expresado en moneda norteamericana

Costo Económico de los tratamientos evaluados			
Tratamientos	Dosis	Costo	Beneficio - Costo
1	0 – 100 – 40	75.00	- 7.13
2	40 – 100 – 40	94.13	- 4.44
3	80 – 100 – 40	113.25	- 0.84
4	120 – 100 – 40	132.40	- 0.30
5	160 – 100 – 40	151.50	- 0.30
6	120 – 0 – 40	75.00	- 1.61
7	120 – 50 – 40	103.70	- 1.87
8	120 – 150 – 40	161.00	- 0.42
9	120 – 200 – 40	190.00	0.023
10	120 – 100 – 0	114.80	0.019
11	120 – 100 – 20	123.60	- 0.43
12	120 – 100 – 60	141.20	0.33
13	120 – 100 – 80	150.00	2.21

NOTA:

Costo de urea 46% = U\$1 0.00

Costo de SFT = U\$12.00

Costo de muriato de potasio = U\$12.00

Tabla 7. Costo del ensayo

Descripción	Costo U\$
Grada pesada 2 pases	31.65
Grada ½ 1 pase	8.58
Grada fina 1 pase	5.50
Surcado	6.56
Corte de semilla p/mz	21.82
Carga, transporte y descarga	13.62
Siembra	15.15
Herbicidas pre-emergentes	18.56
Cultivo cincel	6.40
1 cultivo disco	7.00
1 herbicida post-emergente	26.72
Deshiebe	10.32
Reticida	6.00
Riego total 49	323.00
Fertilizantes	632.00
Costos administrativos	56.29
TOTAL	U\$ 620.00

Tabla 8. comparación económica entre los tratamientos evaluados y el testigo relativo. (rendimiento con la aplicación de la dosis comercial).

R.A.C.1 T/ha	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
T2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C.NA.3T/ha	0-100-40	40-100-40	80-100-40	120-100-40	160-100-40	120-0-40	120-50-40	120-50-40	120-100-40	120-100-0	120-100-20	120-100-60	120-100-80
R.T4 T/ha	5.27	5.80	7.27	7.52	7.49	7.15	6.82	7.72	7.72	7.69	7.46	7.91	9.21
I.T3 T/ha	-2.43	-1.9	-0.43	-0.18	-0.21	-0.55	-0.88	0.02	0.02	0.01	-0.24	0.21	1.51
V.I6 US\$	-534.6	-418	-94.6	-39.6	-46.3	-121	-193.6	4.4	4.4	2.2	-52.8	46.2	332.2
C.F.7 US\$	75	94.13	113.25	132.40	151.50	75	103.70	190	190	114.80	123.60	141.20	150
B.N 8 US\$	-609.6	-512.13	-207.85	-172.0	-197.7	-196.0	-297.3	-185.6	-185.6	-112.60	-176.4	-95.0	182.2
R.C.B9	-7.13	-4.44	-0.84	-0.30	-0.30	-1.61	-1.87	0.023	0.023	0.019	-0.43	-0.33	2.21

NOT A : Este análisis fue hecho en base al rendimiento agroindustrial.

1. Rendimiento con aplicación comercial
2. Tratamientos
3. Cantidad de nutrientes aplicados
4. Rendimientos con tratamientos
5. Incremento con tratamientos
6. Valor del incremento
7. Costo del fertilizante
8. Beneficio neto
9. Relación costo beneficio.